

# DB64

## 宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T 1093—2015

---

### 宁夏水利工程塑料土工格栅应用技术导则

Technical guidelines for the plastic geogrids technique used in Ningxia water  
conservancy project

2015 - 11 - 27 发布

2015 - 11 - 27 实施

宁夏回族自治区质量技术监督局 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 土工格栅的分类与表示方法 ..... 4

5 技术要求 ..... 7

    5.1 通则 ..... 7

    5.2 填充材料要求 ..... 7

        5.2.1 石笼填充料 ..... 7

        5.2.2 土枕填充料 ..... 9

    5.3 土枕钢模 ..... 9

        5.3.1 钢模材料 ..... 9

        5.3.2 钢模结构 ..... 9

    5.4 绑扎绳 ..... 9

    5.5 土枕布袋 ..... 10

    5.6 土工布 ..... 10

        5.6.1 基本规格 ..... 10

        5.6.2 铺设部位 ..... 10

    5.7 抗低温性能要求 ..... 10

    5.8 炭黑含量要求 ..... 10

6 土工格栅应用与选型 ..... 10

    6.1 土工格栅应用原则 ..... 10

    6.2 土工格栅结构体选型要点 ..... 11

    6.3 黄河治理工程 ..... 11

        6.3.1 范围与原则 ..... 11

        6.3.2 土工格栅选用 ..... 13

    6.4 天然河道与灌区排水沟道工程 ..... 14

        6.4.1 范围与原则 ..... 14

        6.4.2 土工格栅选用 ..... 15

    6.5 其他工程 ..... 16

        6.5.1 渠道工程 ..... 16

        6.5.2 地基、挡墙工程 ..... 16

7 土工格栅施工 ..... 16

    7.1 场地水环境条件 ..... 17

        7.1.1 黄河治理工程 ..... 17

|       |                      |    |
|-------|----------------------|----|
| 7.1.2 | 天然河道、排水沟道治理工程 .....  | 17 |
| 7.1.3 | 其他工程 .....           | 17 |
| 7.2   | 施工季节 .....           | 17 |
| 7.2.1 | 黄河治理工程 .....         | 17 |
| 7.2.2 | 天然河道、排水沟道治理工程 .....  | 17 |
| 7.2.3 | 其他工程 .....           | 18 |
| 7.3   | 土工格栅结构体制作 .....      | 18 |
| 7.3.1 | 黄河治理工程 .....         | 18 |
| 7.3.2 | 天然河道、排水沟道治理工程 .....  | 18 |
| 7.3.3 | 网片剪裁、网箱绑扎 .....      | 19 |
| 7.3.4 | 网箱填料 .....           | 20 |
| 7.3.5 | 网箱封盖 .....           | 20 |
| 7.4   | 软基处理 .....           | 20 |
| 7.4.1 | 天然河道、排水沟道工程 .....    | 20 |
| 7.4.2 | 建筑物工程 .....          | 21 |
| 7.5   | 其他要求 .....           | 21 |
| 8     | 质量控制与材料检测 .....      | 21 |
| 8.1   | 质量控制 .....           | 21 |
| 8.1.1 | 土工格栅材料 .....         | 21 |
| 8.1.2 | 土工格栅施工 .....         | 21 |
| 8.2   | 材料检测 .....           | 21 |
| 8.2.1 | 检测项目 .....           | 21 |
| 8.2.2 | 检测频次 .....           | 22 |
| 9     | 标志、运输和贮存与质量证明书 ..... | 22 |
| 9.1   | 标志 .....             | 22 |
| 9.2   | 运输与装卸 .....          | 22 |
| 9.3   | 贮存 .....             | 22 |
| 9.4   | 质量证明书 .....          | 22 |

## 前 言

本标准的编写格式符合 GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求。

本标准由宁夏回族自治区水利厅提出并归口。

本标准起草单位：宁夏水利科学研究院。

本标准参与起草单位：宁夏水利厅科技教育处、宁夏水利厅规划计划处、宁夏水利工程建设管理局、宁夏防汛抗旱指挥部办公室、宁夏水资源管理局、宁夏水利水电勘测设计研究院有限公司、银川市水电勘测设计院、青岛旭域土工材料股份有限公司、坦萨土工合成材料（中国）有限公司。

本标准主要起草人：薛塞光、陆立国、顾靖超、李 东、孙建军、江 静、鲁 浩、杨海宁、王永平、柳东海、马晓阳、赵东辉、武慧芳、刘 荣、孙淑华、朱 洁、杜 历、张晓玲、黎东芳、杨宝和、牟青松。

# 宁夏水利工程塑料土工格栅应用技术导则

## 1 范围

本标准规定了宁夏水利工程塑料土工格栅应用技术的术语和定义、土工格栅的分类与表示方法、技术要求、土工格栅应用与选型、土工格栅施工、质量控制与材料检测。

本标准适用于宁夏河道、沟道、渠道等水利工程中塑料土工格栅的应用设计、施工及质量控制。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 8946-2013 塑料编织袋通用技术要求
- GB/T 17637-1998 土工布及其有关产品 拉伸蠕变和拉伸蠕变断裂性能的测定
- GB/T 17639-2008 土工合成材料 长丝纺粘针刺非织造土工布
- GB/T 17689-2008 土工合成材料 塑料土工格栅
- JT/T 480-2002 交通工程土工合成材料 土工格栅

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**土工格栅** geogrid

以原生料聚丙烯（PP）或高密度聚乙烯（HDPE）为原料，采用专用设备经过塑化、挤出、冲孔、定向拉伸而形成的由许多个网目组成的整体网片结构。土工格栅按制造时拉伸方向的不同，分为单向格栅、双向格栅和三向格栅。

### 3.2

**单向格栅** uniaxial geogrid

在生产过程中，通过沿纵向（卷长方向）拉伸而成的具有多个长方形网孔组成的整体网片结构，单向格栅局部大样详见图1。

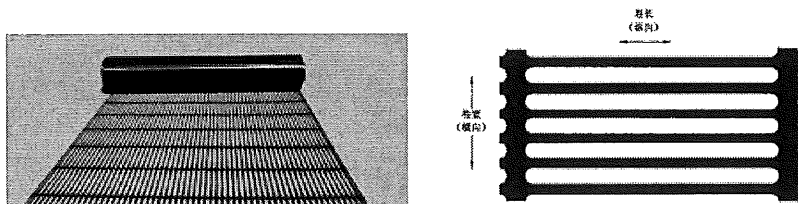


图1 单向土工格栅示意图

3.3

双向格栅 biaxial geogrid

在生产过程中通过沿纵向（卷长方向）、横向（卷宽方向）两个方向拉伸而成的具有多个正方形网孔组成的整体网片结构，双向格栅局部大样详见图2。

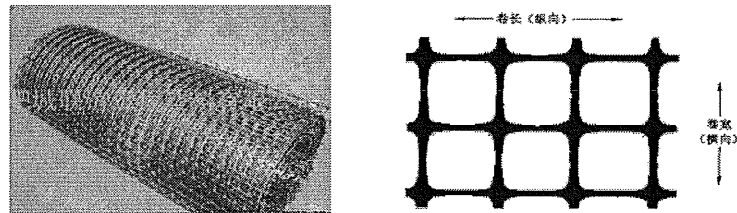


图2 双向土工格栅局意图

3.4

三向格栅 triaxial geogrid

在生产过程中通过沿纵向（0°）、横向（90°）和斜向（60°）三个方向拉伸而成的具有许多个等边三角形网孔组成的整体网片结构，三向格栅局部大样详见图3。

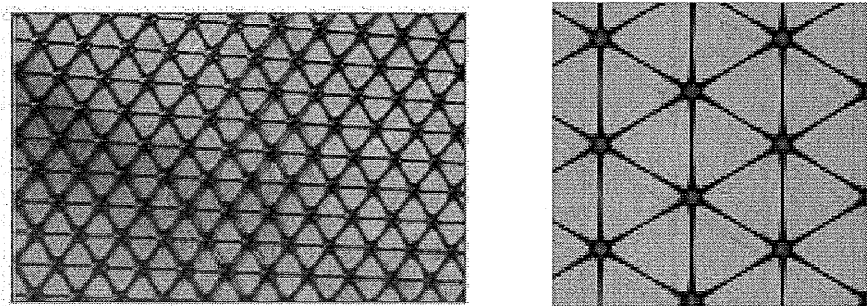


图3 三向土工格栅示意图

3.5

网目尺寸 mesh size

单向格栅网目尺寸是整体网片中小网孔的横向、纵向节点中心间的距离，详见图1。  
双向格栅网目尺寸是整体网片中小网孔的横向、纵向节点中心间的距离，详见图2。  
三向格栅网目尺寸是整体网片中三角形小网孔的肋条中距（也是三角形网目高），详见图3。

3.6

拉伸强度 tensile strength

单向格栅的拉伸强度是土工格栅标准试样在拉断前所承受的最大拉力值，以kN/m表示。本标准规定的拉伸强度指纵向值。  
双向格栅的拉伸强度是土工格栅标准试样在拉断前所承受的最大拉力值，以kN/m表示。本标准规定的拉伸强度指横向值与纵向值大小相同的双向格栅。

三向格栅的拉伸强度是用土工格栅纵向 $0^\circ$ 、横向 $90^\circ$ 和斜向 $60^\circ$ 三个方向上对应伸长率2%时的拉伸模量表示（换算为拉伸强度约为：拉伸模量 $\times 2\%$ ），以kN/m/2%表示。

单向格栅、双向格栅的标称拉伸强度是不同规格土工格栅产品要求的最小强度值，以kN/m表示。

### 3.7

标称伸长率 nominal elongation

土工格栅拉伸达到标称拉伸强度时的变形，以%表示，其针对单向和双向格栅。

### 3.8

土工格栅石笼 geogrid gabions

在格栅网箱内填充石料的结构体。用于河道、沟道、渠道等水利工程中的护坡基础、护基、软基处理，或坡面防护。

### 3.9

格栅网箱 geogrid mesh cage

在施工现场，按照设计要求将土工格栅通过裁剪、拼装、绑扎而成的箱体。

### 3.10

填充石料 filled with stone

土工格栅网箱内的填充石料，一般为砾石、卵石或块石。砾石为粒径 $2\text{cm}\sim 6\text{cm}$ 的无棱角的天然粒料；卵石为粒径 $6\text{cm}\sim 20\text{cm}$ 的无棱角的天然粒料；块石为经开采并加工而成的粒径不小于 $20\text{cm}$ 的石料。

### 3.11

格栅土枕 geogrid soil pillow

由土工格栅、土枕布袋、土枕填充料等组合成的结构体。用于宁夏黄河治理中坝、垛等水下基础进占时的抛投物，以替代传统的“草土埽体”进占。常见的格栅土枕按照不同填充料分为土料土枕和卵砾石土枕。

### 3.12

土枕布袋 geobag

采用以聚丙烯为材料制作的塑料编织袋，即通过专用生产设备，挤出薄膜→切割→单向拉伸成扁丝→经纬编织成布→裁剪、缝制成编织袋或吨袋等塑编产品。常用的土枕布袋有普通编织袋和高强度编织袋。

### 3.13

土枕填充料 soil pillow filler

土枕布袋内的填充料，为施工现场附近的壤土、砂壤土，或卵砾石土。

### 3.14

土料土枕 geobag for filling with soil

分为两种形式。一种是直接将土料填充至塑料编织袋并封口的土袋。此类土枕体积较小，需要多个土枕集成并被土工格栅包裹，形成水下进占体。另一种是直接将土料填充至高强度塑料编织袋并封口的土袋。此类土枕体积较大，直接形成水下进占体。

3.15

卵砾石土枕 geobag for filling with gravel-cobble

在类似土料土枕袋内，填充卵砾石至土枕布袋内并封口，形成的水下进占体。

3.16

土枕钢模 the steel die making soil pillow

在施工现场为制作格栅土枕的专用工具，是为了便于向土枕布袋内装填土料。

3.17

绑扎绳 lash rope

土工格栅网片拼装成网箱时使用的绑扎用绳，其原料为高密度聚乙烯。

3.18

土工布 geotextiles

土工布又称土工织物，是由合成纤维通过针刺或编织而成的透水性合成材料，用在格宾体与地基土之间，起到反滤作用。

3.19

土工格栅结构体 geogrid structure

土工格栅石笼、土工格栅土枕的统称。

3.20

天然河道工程 natural river engineering

宁夏清水河、苦水河，以及其他中小河流治理工程。

3.21

灌区排水沟道工程 irrigation drainage ditch

宁夏引黄灌区内以灌溉排水为主的沟道、湖泊景观水道。

## 4 土工格栅的分类与表示方法

### 4.1 土工格栅产品分类

#### a) 单向格栅；



- b) 双向格栅；
- c) 三向格栅。

4.2 土工格栅产品型号规格

4.2.1 型号规格表示方法

4.2.1.1 单向格栅

单向格栅产品规格表达为：TGDG35、TGDG50、TGDG80...等，其中“TGDG”表示土工单向格栅；“35、50、80...”表示纵向拉伸强度（KN/m）。在产品规格后增加PP或HDPE，表示生产原料为聚丙烯或高密度聚乙烯。

4.2.1.2 双向格栅

双向格栅产品规格表达为：TGSG2020、TGSG2525、TGSG3030...等，其中“TGSG”表示土工双向格栅；“2020、2525、3030...”中前两位数指纵向拉伸强度（KN/m）、后两位数指横向拉伸强度（KN/m），即表示格栅纵向、横向拉伸强度相同。在产品规格后增加PP，表示生产原料为聚丙烯。

4.2.1.3 三向格栅

三向格栅目前产品规格表达为：TX150、TX160、TX170...等，其中“TX”表示土工三向格栅，“150、160、170...”表示格栅编号。在产品规格后增加PP，表示生产原料为聚丙烯。

4.2.2 型号规格标识示例

TGSG2020—PP 标识为：双向土工格栅（TGSG），纵向拉伸强度为 20kN/m，横向拉伸强度为 20kN/m（即表示格栅纵向、横向拉伸强度相同），生产原料为聚丙烯（PP）。

4.3 宁夏水利工程常用土工格栅产品规格

4.3.1 单向拉伸塑料土工格栅

4.3.1.1 生产原材料为聚丙烯（PP）材料的单向格栅规格与参数应符合表 1 的规定。

表1 （PP）材料的单向格栅规格参数表

| 型 号 规 格                       | 宽 幅<br>(m) | 性能参数             |              |                      |                      |
|-------------------------------|------------|------------------|--------------|----------------------|----------------------|
|                               |            | 纵向拉伸强度<br>(kN/m) | 标称伸长率<br>(%) | 2%伸长率时拉伸强度<br>(kN/m) | 5%伸长率时拉伸强度<br>(kN/m) |
| TGDG35                        | 3、4        | ≥35.0            | ≤10          | ≥10.0                | ≥22.0                |
| TGDG50                        |            | ≥50.0            |              | ≥12.0                | ≥28.0                |
| TGDG80                        |            | ≥80.0            |              | ≥26.0                | ≥48.0                |
| TGDG120                       |            | ≥120.0           |              | ≥36.0                | ≥72.0                |
| TGDG160                       |            | ≥160.0           |              | ≥45.0                | ≥90.0                |
| 注：型号规格后增加“PP”表示产品生产原材料为聚丙烯材料。 |            |                  |              |                      |                      |

4.3.1.2 生产原材料为高密度聚乙烯（HDPE）材料的单向格栅规格与参数应符合表 2 的规定。

表2 （HDPE）材料的单向格栅规格参数

| 型 号 规 格                            | 宽 幅<br>(m) | 性能参数             |              |                      |                      |
|------------------------------------|------------|------------------|--------------|----------------------|----------------------|
|                                    |            | 纵向拉伸强度<br>(kN/m) | 标称伸长率<br>(%) | 2%伸长率时拉伸强度<br>(kN/m) | 5%伸长率时拉伸强度<br>(kN/m) |
| TGDG35                             | 1.0~1.5    | ≥35.0            | ≤11.5        | ≥7.5                 | ≥21.5                |
| TGDG50                             |            | ≥50.0            |              | ≥12.0                | ≥23.0                |
| TGDG80                             | 1.0~1.5    | ≥80.0            | ≤11.5        | ≥21.0                | ≥40.0                |
| TGDG120                            |            | ≥120.0           |              | ≥33.0                | ≥65.0                |
| TGDG160                            |            | ≥160.0           |              | ≥47.0                | ≥93.0                |
| 注：型号规格后增加”HDPE”表示产品生产原材料为高密度聚乙烯材料。 |            |                  |              |                      |                      |

4.3.2 双向拉伸塑料土工格栅

生产原材料为聚丙烯（PP）材料的双向格栅规格与参数应符合表3的规定。

表3 （PP）材料的双向格栅规格参数表

| 型 号 规 格  | 宽 幅<br>(m) | 性能参数             |                  |                      |                      |
|----------|------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|
|          |            | 纵向拉伸强度<br>(kN/m) | 横向拉伸强度<br>(kN/m) | 2%伸长率时拉伸强度<br>(kN/m) | 5%伸长率时拉伸强度<br>(kN/m) |
| TGSG1515 | 3、4        | ≥15.0            | ≥15.0            | ≥5.0                 | ≥7.0                 |
| TGSG2020 |            | ≥20.0            | ≥20.0            | ≥7.0                 | ≥14.0                |
| TGSG2525 |            | ≥25.0            | ≥25.0            | ≥9.0                 | ≥17.0                |
| TGSG3030 |            | ≥30.0            | ≥30.0            | ≥10.5                | ≥21.0                |
| TGSG3535 |            | ≥35.0            | ≥35.0            | ≥12.0                | ≥24.0                |
| TGSG4040 |            | ≥40.0            | ≥40.0            | ≥14.0                | ≥28.0                |

4.3.3 三向拉伸塑料土工格栅

生产原材料为聚丙烯（PP）材料的三向格栅规格与参数应符合表4的规定。

表4 （PP）材料的双向格栅规格参数表

| 型 号 规 格 | 宽 幅<br>(m) | 肋条中距<br>(mm) | 节点厚度<br>(mm) | 性能参数                 |                      |
|---------|------------|--------------|--------------|----------------------|----------------------|
|         |            |              |              | 2%伸长率时拉伸模量<br>(kN/m) | 2%伸长率时拉伸强度<br>(kN/m) |
| TX150   | 4          | 40           | 3            | 175                  | 3.50                 |
| TX160   |            | 40           | 3            | 245                  | 4.90                 |
| TX170   |            | 40           | 4            | 310                  | 6.20                 |

4.4 宁夏水利工程常用土工格栅网目尺寸

4.4.1 同一拉伸强度的土工格栅，可对应多个网目尺寸下的格栅整体网片；网目尺寸越大，格栅的肋条宽度与厚度就越大。选用土工格栅网目尺寸主要取决于格栅结构体的用途、部位、填充料、环境等因素。

4.4.2 土工格栅整体网片内的单个网目尺寸规格应符合表 5 的规定。

表5 网目尺寸表

| 格栅类别名称                                 | 网目尺寸规格             |       |          |           |
|----------------------------------------|--------------------|-------|----------|-----------|
| 单向格栅                                   | 常用单向格栅整体网片内的单个网目尺寸 |       |          |           |
|                                        | 纵向（卷长方向）           |       | 横向（卷宽方向） |           |
|                                        | 尺寸（mm）             | 偏差（%） | 尺寸（mm）   | 偏差（%）     |
|                                        | 400~450            | <±5   | 20~30    | <±5       |
| 双向格栅                                   | 常用双向格栅整体网片内的单个网目尺寸 |       |          |           |
|                                        | 纵向（卷长方向）           |       | 横向（卷宽方向） |           |
|                                        | 尺寸（mm）             | 偏差（%） | 尺寸（mm）   | 偏差（%）     |
|                                        | 40                 | <±5   | 40       | <±5       |
| 三向格栅                                   | 常用三向格栅整体网片内的单个网目尺寸 |       |          |           |
|                                        | 肋条中距或等边三角形的高（mm）   |       | 节点厚度（mm） | 肋条中距偏差（%） |
|                                        | 40                 |       | 3~4      | <±3       |
| 注：以上为宁夏水利工程常用土工格栅网目尺寸，也可根据工程特点，采用其他网目。 |                    |       |          |           |

5 技术要求

5.1 通则

- 5.1.1 水利工程塑料土工格栅应符合本标准要求, 并按照经规定程序批准的技术文件进行。
- 5.1.2 水利工程塑料土工格栅外购件选用的结构材料和尺寸应有合格证, 无合格证时, 须经制造厂检验合格后方可使用。
- 5.1.3 土工格栅的外观颜色应为黑色、色泽均匀, 整体结构应牢固可靠, 无损伤、无破裂, 网孔尺寸大小均匀、厚薄一致。
- 5.1.4 土工格栅具有耐酸、耐碱、耐腐蚀性能, 能满足一定的抗拉、抗老化的使用要求。但耐火等级低, 属燃烧体材料。土工格栅制作原料必须采用全新的原始粒状原料, 不得采用粉状和再造状颗粒原料。
- 5.1.5 由于单向格栅结构体在进占中, 常出现格栅网片受力不均、栅条断裂状况。在宁夏水利工程中一般不应采用此类规格产品和此类产品。若黄河治理坝、垛基础水下进占施工仍需要选用单向格栅, 应经论证后确定, 且格栅拉伸强度不小于 80kN/m。
- 5.1.6 高密度聚乙烯(HDPE)单向格栅在纵向具有较好的蠕变性能和拉伸强度, 可应用于高边坡挡墙的水平拉筋。
- 5.1.7 双向格栅在宁夏河道、沟道和渠道的护坡基础、护基, 以及黄河治理坝、垛等工程中, 在非人为损坏情况下其应用效果较好, 常用拉伸强度为 20kN/m、30kN/m。
- 5.1.8 三向格栅采用三角形小网目结构后, 其网片整体强度得到了增强, 对填充料的约束和嵌锁作用得到改进。三向格栅在宁夏河道、沟道的护坡基础、护基工程中, 在非人为损坏情况下其应用效果较好, 常用 2%伸长率时的拉伸模量为 175kN/m、245kN/m。

5.2 填充材料要求

5.2.1 石笼填充料

5.2.1.1 填料类别

- a) 土工格栅石笼填充材料,应根据水利工程所在地区建筑材料分布、工程经济条件、施工要求等选定,常用填充材料为卵砾石或块石。
- b) 单向格栅石笼,网箱内一般采用块石填充料。
- c) 双向格栅、三向格栅石笼,对于卵砾石料丰富的区域,在保证土工格栅石笼稳定、箱体变形较小、填充密实的前提下,网箱内应优先采用粒径大小级配合适的卵砾石作为填充料;若当地缺少卵砾石,可选用粒径大小合适的块石。

5.2.1.2 填料粒径

- a) 填充料为卵砾石(含碎石)时,其最小粒径应不小于 6cm、最大粒径不宜超过 25cm。对有特殊要求的卵砾石(含碎石)填料粒径,经论证后确定。
- b) 填充料为块石时,其最小粒径应不小于 12cm、最大粒径不宜超过 50cm。对有特殊要求的块石填料粒径,经论证后确定。
- c) 宁夏水利工程实践表明,填料粒径不小于 12cm 合理级配的卵砾石格栅石笼结构体的平整度、密实度效果较好。

5.2.1.3 填料工艺设计

- a) 填充料级配应结合料源、造价、施工等条件制定相应方案,以满足土工格栅石笼填充率卵砾石不小于 80%、块石不小于 70%的要求。宁夏水利工程实践中,卵砾石格栅石笼的填充率一般为 77%左右,块石格栅石笼的填充率一般为 62%左右。
- b) 填充石料应质地坚硬,软化系数不小于 0.75,比重应满足卵砾石不小于  $1800\text{kg/m}^3$ ,块石不小于  $2200\text{kg/m}^3$ 。
- c) 常用的填充料与土工格栅网目尺寸匹配选择应符合表 6 规定。对有特殊要求的相互关系工程,应经论证后确定。

表6 填充料与土工格栅网目尺寸表

| 工程项目名称   | 格栅使用部位  | 填充料与网目尺寸                                                                             | 格栅结构体主要作用              |
|----------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 黄河治理工程   | 坝、垛水下基础 | 填充材料:块石或卵砾石<br>双向格栅: 40mm×40mm, 20kN/m<br>三向格栅:肋条中距 40mm, 175kN/m/2%                 | 坝、垛水下基础进占和护脚           |
|          | 旱工基础护基  | 填充材料:块石<br>双向格栅: 40mm×40mm, 30kN/m<br>三向格栅:肋条中距 40mm, 245kN/m/2%                     | 增强坝、垛基础表层块石的整体性、稳定性    |
| 天然沟道治理工程 | 护坡水下基础  | 填充材料:块石或卵砾石<br>双向格栅: 40mm×40mm, 20或 30kN/m<br>三向格栅:肋条中距 40mm, 175kN/m/2%或 245kN/m/2% | 山洪沟岸坡防护的水下或地面以下基础组成部分。 |

表 6（续）

| 工程项目名称                                                                                                  | 格栅使用部位 | 填充料与网目尺寸                                                                                   | 格栅结构体主要作用               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 灌区排水沟道工程                                                                                                | 护坡水下基础 | 填充材料：卵砾石或块石<br>双向格栅：40mm×40mm，20<br>或 30kN/m 三向格栅：肋条中<br>距 40mm，175kN/m/2% 或<br>245kN/m/2% | 排水沟道以及生态湖泊水下<br>基础组成部分。 |
| 改善地基工程                                                                                                  | 地基表层内  | 三向格栅：肋条中距 40mm，<br>175kN/m/2%或 245kN/m/2%                                                  | 改善施工条件，或提高地基<br>表面承载力。  |
| 高边坡挡墙工程                                                                                                 | 贴坡挡墙内  | 通过专项设计，选择高密度<br>聚乙烯单向格栅。                                                                   | 格宾或格栅石笼结构体的水<br>平拉筋。    |
| 注1：上述工程项目中，三向格栅受力均匀、石笼变形较小，应用范围呈逐步扩大趋势，在软基处理中优势明显。<br>注2：在上述工程项目实践中，单向格栅的缺陷已经使得其逐步减少应用。但是在高边坡挡墙工程中，仍会应用 |        |                                                                                            |                         |

5.2.2 土枕填充料

5.2.2.1 宁夏黄河治理中，用于坝、垛基础进占的格栅土枕填充土料，一般以就地取材为主，其粘粒含量不小于 15%，粒径大于 0.1mm 颗粒不少于 50%为宜，含水率不大于 25%，不含杂草。

5.2.2.2 若卫宁河段卵砾石料源、造价、施工等能够满足工程建设要求，宜优先作为格栅土枕填充料。

5.3 土枕钢模

5.3.1 钢模材料

土枕钢模常用50mm×50mm×6mm等边角钢、外径32mm×3mm无缝钢管、厚3mm镀锌钢板等材料制作。

5.3.2 钢模结构

土枕钢模是不同材料焊制而成的上、下不封口的箱型框架，常见的外形尺寸为长×宽×高（m）：2.0×1.0×1.0或1.0×1.0×1.0。为了便于土枕钢模与土枕结构体的脱离，在土枕钢模顶部焊4个吊耳，相配套的吊绳为直径12mm镀锌钢绞线或预应力钢绞线，详见图4。

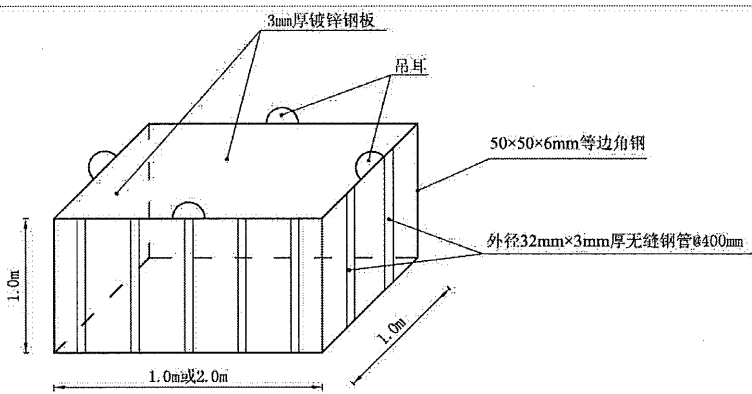


图4 土枕钢模示意图

5.4 绑扎绳

5.4.1 绑扎绳是由土工格栅原厂提供的直径为5mm、卷长2000m的黑色绳，也可以根据用户要求为其他色，如绿色。

5.4.2 绑扎绳炭黑最小含量不小于2%，单根绳抗拉强度不小于2kN。

## 5.5 土枕布袋

5.5.1 土枕布袋装土后主要用作宁夏黄河治理工程中坝、垛基础水下进占的抛投体，布袋应满足允许装载质量、抗老化和缝合，对防水不作要求。

5.5.2 用作土枕布袋的塑料编织袋应采用全新的原始粒状原料生产，不添加再生料。若其性价比能够达到土枕进占要求，经分析论证后，可以对编织袋提出相应的技术要求。

5.5.3 普通编织袋采用重量为70g/m<sup>2</sup>或80g/m<sup>2</sup>、经纬密度为39×39根/10cm<sup>2</sup>的白色缝底袋。常用编织幅宽为0.55m，长度按土枕设计确定。

5.5.4 高强度编织袋采用重量为140g/m<sup>2</sup>或150g/m<sup>2</sup>、经纬密度为50×50根/10cm<sup>2</sup>的白色缝制袋。最大编织幅宽为2.2m，外形有方形、圆形，具体大小按土枕设计确定。

## 5.6 土工布

### 5.6.1 基本规格

5.6.1.1 在黄河、清水河、苦水河，以及其他较大沟道治理工程中，承担护坡反滤作用的土工布，应采用单位面积质量为250g/m<sup>2</sup>或300g/m<sup>2</sup>。

5.6.1.2 在引黄灌区灌溉排水沟道、生态湖泊等中小型水利工程中，承担护坡反滤作用的土工布，应采用单位面积质量为200g/m<sup>2</sup>。

5.6.1.3 土工布分长丝土工布和短丝土工布，长丝土工布较短丝土工布具有更强的断裂力、顶破力、抗撕破力和透水性能。土工布优先采用长丝土工布；若采用短丝土工布，其渗透性能和强度应满足设计要求。

### 5.6.2 铺设部位

在河道、沟道、渠道、湖泊常见水位以下，若没有特殊水力工况，原则上在基础背后不铺设土工布，否则应进行相关渗透稳定计算分析。铺设部位可参照以下要求：

5.6.2.1 在黄河、清水河、苦水河，以及其他较大沟道治理工程中，土工布在基础背后铺设的垂直深度不大于0.3m。

5.6.2.2 在引黄灌区灌溉排水沟道、生态湖泊等中小型水利工程中，土工布在基础背后铺设的垂直深度不大于0.2m。

## 5.7 抗低温性能要求

宁夏水利工程处于寒冷地区，土工格栅应具备在-37℃能够正常使用的性能。

## 5.8 炭黑含量要求

为了提高土工格栅的抗老化性能，土工格栅的炭黑含量应不小于2.0%，且分布均匀。

# 6 土工格栅应用与选型

## 6.1 土工格栅应用原则

6.1.1 应用范围。针对土工格栅自身特性和格栅结构体特点，以及目前宁夏水利工程运行环境和管理条件，土工格栅结构体主要用于宁夏黄河治理工程的坝、垛基础，河道、沟道护坡基础，高边坡挡墙水平拉筋，改善软基承载力等方面。

6.1.2 应用部位。针对土工格栅易燃性、长期裸露老化性，以及土工格栅石笼变形大等缺陷，土工格栅结构体应用部位主要在水面以下或地面以下等不外露部位。对土工格栅结构体有外露特殊要求时，经充分论证后确定。

6.1.3 格栅类型。宁夏水利工程土工格栅选型，首选双向格栅，其次三向格栅，一般不选用单向格栅。对有采用单向格栅特殊要求时，经充分论证后确定。

6.1.4 变形要求。土工格栅结构体应在控制网箱填料密度、控制箱体变形的同时，注意防止软基变形，或冻结土融化变形的不利影响。

## 6.2 土工格栅结构体选型要点

- 土工格栅结构体作用及其使用部位；
- 河道、沟道、渠道、湖泊的水力特征；
- 工程地质条件与施工期水环境条件；
- 工程的冲深、冻胀特征；
- 工程区域地方建筑材料条件；
- 河道、沟道、湖泊近岸冰冻状况；
- 土工格栅结构体施工季节；
- 土工格栅石笼外观要求；
- 工程运行管理条件与管理环境；
- 工程建设投资条件与业主意愿。

## 6.3 黄河治理工程

### 6.3.1 范围与原则

6.3.1.1 黄河治理工程中，土工格栅结构体主要形式是格栅土枕、格栅石笼。

- a) 格栅土枕主要用在坝、垛、平顺护岸基础等水下进占抛投体；
- b) 格栅石笼主要用在坝、垛、平顺护岸基础等水下进占抛投体或水下护脚；而应慎用于基础根石台和水上护坡砌护，若有将其布置在基础水面以上、地面以上部位等特殊需要，应对格栅易燃、易盗和箱体变形等进行评估，以免对工程运行管理造成影响。
- c) 格栅土枕、格栅石笼水下进占抛投体部位，详见图5(a)、(b)、(c)、(d)。

6.3.1.2 黄河治理工程中，对坝、垛基础水下进占和水下护脚的抛投土枕、格栅石笼结构体的变形不做严格的控制要求，对坝、垛基础的根石台土工格栅石笼有控制变形要求

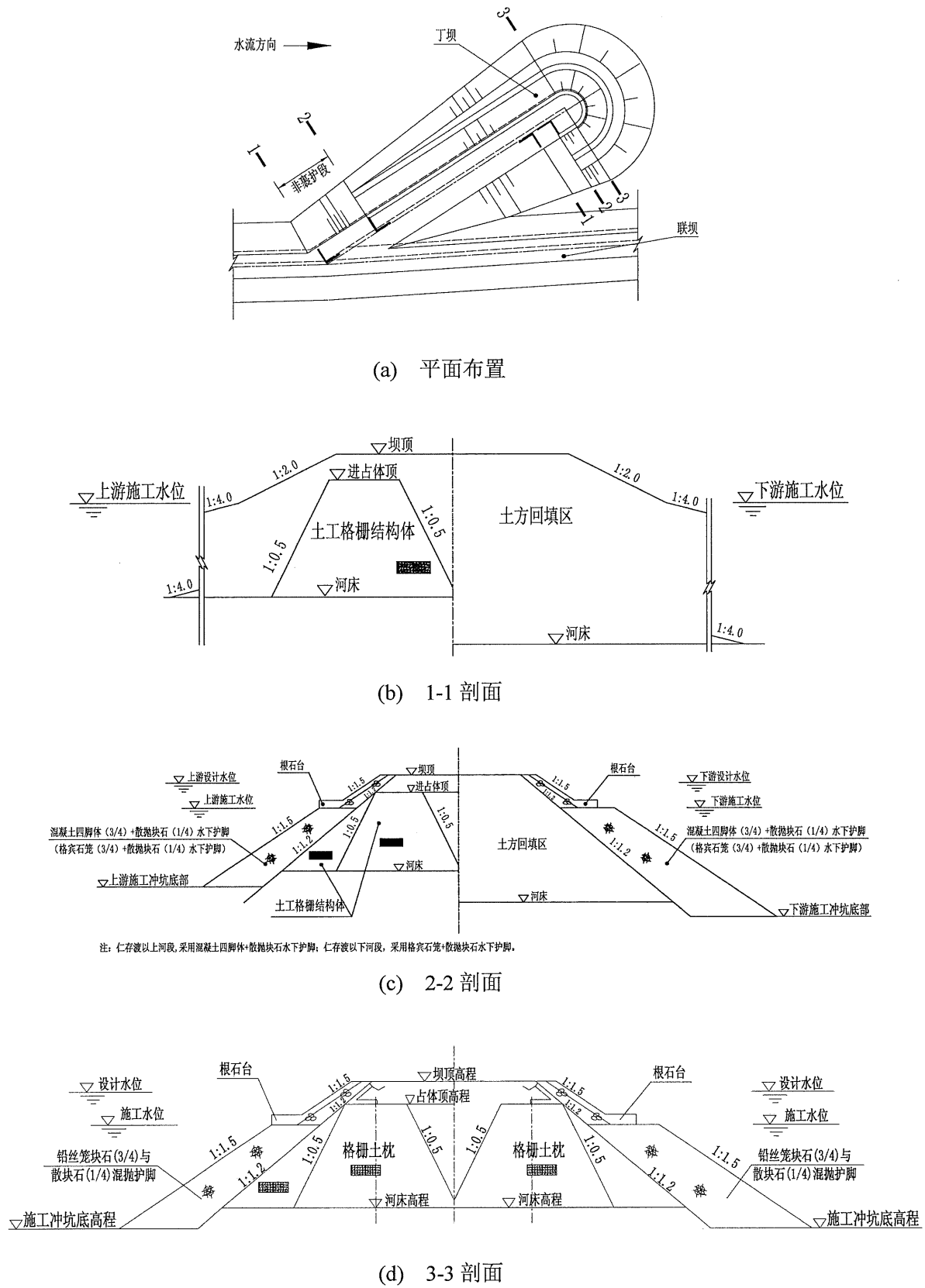


图5 黄河丁坝土工格栅结构体示意图



6.3.1.3 黄河治理工程中，常见的坝、垛基础水下进占抛投体和水下护脚形式有：

- a) 仁存渡以上河段。坝、垛基础水下进占抛投体常用土工格栅土枕或土工格栅石笼；水下护脚常用混凝土四脚体+散抛块石，局部也有采用土工格栅石笼+散抛块石；
- b) 仁存渡以下河段，坝、垛基础水下进占抛投体常用土工格栅土枕，水下护脚常用铅丝石笼+散抛块石，局部也有采用土工格栅石笼+散抛块石。

### 6.3.2 土工格栅选用

6.3.2.1 黄河治理工程中，土工格栅选用以双向格栅为主，或用三向格栅。

6.3.2.2 双向格栅网目以 40mm×40mm 为主。坝、垛基础水下进占抛投体拉伸强度宜取 20KN/m；坝、垛基础根石台和水上护坡砌护，拉伸强度宜取 30KN/m。若选用其他强度的双向格栅，需经论证后确定。

6.3.2.3 三向格栅以 TX150 或 TX160 为主，肋条中距 40mm，格栅拉伸强度为 2%伸长率时的拉伸模量。坝、垛基础水下进占抛投体拉伸强度宜取 175KN/m/2%；坝、垛基础根石台和水上护坡砌护，拉伸强度宜取 245KN/m/2%。若选用其他强度的三向格栅，需经论证后确定。

6.3.2.4 坝、垛基础进占中，土枕结构体规格为：

- a) 大土枕一般采用高强度编织袋，常用规格为 2.0m<sup>3</sup> 或 1.0 m<sup>3</sup>，即长×宽×高=2.0m×1.0m×1.0m 或 1.0m×1.0m×1.0m；
- b) 小土枕一般采用普通编织袋，常用规格为 0.125m<sup>3</sup>，即长×宽×高=1.0m×0.5m×0.25m。由于单个小土枕装填土料费工、费时，而且多个小土枕集成抛投体的整体性差，其应用受到制约，使用越来越少。

对土枕结构体规格尺寸有特殊要求，经论证后确定。

c) 大、小土枕按照填充系数不大于 0.80 填料后，一般采用手提式封口机完成土枕封口。

6.3.2.5 坝、垛基础进占中，石笼结构体规格为 1.0m<sup>3</sup>，即长×宽×高=1.0m×1.0m×1.0m。

对石笼结构体规格尺寸有特殊要求，经论证后确定。

6.3.2.6 坝、垛基础根石台砌筑中，石笼结构体规格为 1.0m<sup>3</sup> 或 1.5m<sup>3</sup>，即长×宽×高=2.0m×1.0m×0.5m 或 2.0m×1.5m×0.5m。

6.3.2.7 黄河治理工程中的格栅土枕、格栅石笼选型详见表 7。

表7 河道、沟道护坡基础土工格栅结构体最小尺寸表

| 序号   | 流量或流速             | 格栅护脚(cm) |        | 格栅基础(cm) |         | 格宾、格栅组合基础(cm) |            |
|------|-------------------|----------|--------|----------|---------|---------------|------------|
|      | (m³/s .m/s)       | 宽        | 深      | 宽        | 深       | 宽             | 上层格宾/下层格栅厚 |
| 天然河道 | Q≥300 或 V≥3       | 250~400  | 2 层×50 | 150      | 100~120 | 100           | 50/100~150 |
|      | 100≤Q<300 或 2≤V<3 | 200~250  | 2 层×50 | 120~150  | 120~150 | 100~150       | 50/70~100  |
| 排水沟道 | 100<Q≤50 或 V<2    | 不做护脚     |        | 120~150  | 100~150 | 120~150       | 50/50~100  |
|      | 50<Q≤30 或 V<2     |          |        | 120      | 100~120 | 120           | 50/50~80   |
|      | 30<Q≤10 或 V<2     |          |        | 100      | 100     | 100           | 50/50~60   |
|      | Q<10 或 V<2        |          |        | 100      | 80      | 100           | 50/50      |

注1：原则上格栅体用于水下、地下隐蔽部位。

注2：格栅选型时除参照本表外，应重视冲深、地基冻胀、水环境特征等因素的影响。

注3：对于较大河道的护坡基础，若论证后确需采用护脚时，护脚体应采用上层格宾下层格栅的组合结构。

注4：典型设计详见图6。

6.4 天然河道与灌区排水沟道工程

6.4.1 范围与原则

6.4.1.1 天然河道、排水沟道治理中，土工格栅结构体主要形式是土工格栅石笼，它常用于护坡基础的水面以下、地面以下，形成基础下部的组成部分，或作为基础的软基处理垫层。若有将土工格栅石笼布置在基础水面以上、地面以上部位的特殊需要，应对格栅易燃、易盗和箱体变形等进行评估，以免对工程运行管理造成影响。

天然河道土工格栅结构体应用形式，详见图 6 (a)～图 6 (c)；排水沟道土工格栅结构体应用形式，详见图 7(a)～图 7(b)。

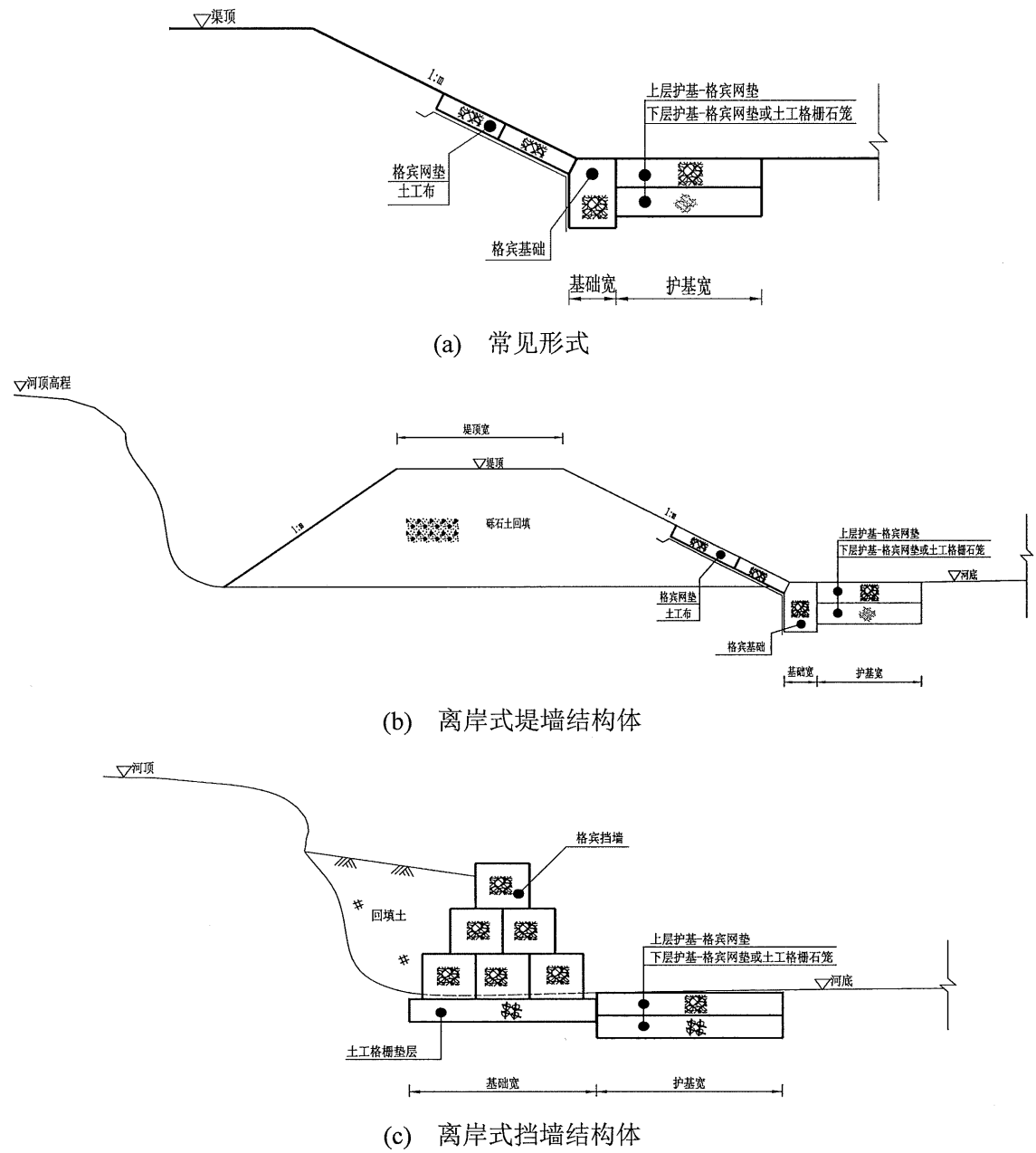


图6 天然河道土工格栅结构体示意图

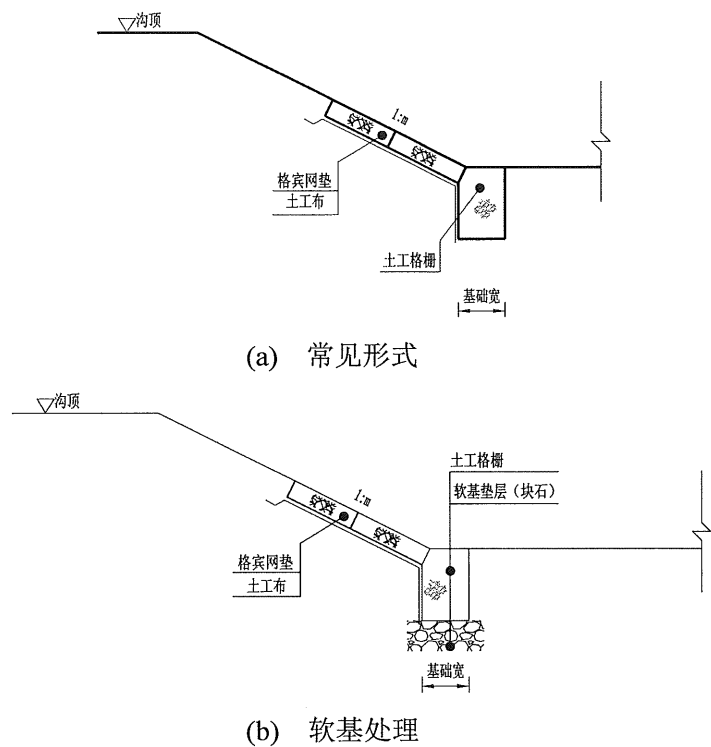


图7 排水沟道土工格栅结构体示意图

6.4.1.2 为了减小土工格栅石笼基础的变形，标准要求：

- a) 土工格栅石笼应坐落在稳定的、非冻结的天然地基，或人工地基上，否则应对其进行预处理；
- b) 土工格栅石笼应解决好格栅网箱填料密实问题，避免结构体本身出现较大变形；
- c) 土工格栅石笼施工中，应加大人工劳动力投入，与机械设备合理配置；
- d) 为了减小变形，土工格栅石笼基础外形尺寸一般比格宾石笼大。

6.4.1.3 格栅石笼填充材料在对料源、运距、经济性，以及箱体抗变形等因素分析、比选后，可选取块石或卵石。一般情况下，卵砾石格栅石笼比块石格栅石笼的变形小。

6.4.1.4 对有结冰盖运行的河道、沟道工程，若其水位变幅较大、迎水面坡有明显冰冻运行工况时，为防止冰面推力破坏土工格栅结构体，对水位变幅区的土工格栅结构体，除选用高拉伸强度格栅、填料粒径级配合理、绑扎紧密、冰期人工破冰等措施外，还要研究其他可行的措施。

6.4.2 土工格栅选用

6.4.2.1 河道、沟道工程中的土工格栅选用，以双向格栅为主，或采用三向格栅。

6.4.2.2 双向格栅网目以 40mm×40mm 为主，旱地或非吊装的土工格栅石笼，拉伸强度宜采用 20KN/m；基础水下或吊装的土工格栅石笼，拉伸强度宜采用 30KN/m。若选用其他强度的双向格栅，需经论证后确定。

6.4.2.3 三向格栅以 TX150 或 TX160 为主，肋条中距 40mm，拉伸强度为 2%伸长率时的拉伸模量。旱地或非吊装的土工格栅石笼，宜采用 175KN/m/2%；基础水下或吊装的土工格栅石笼施工，宜采用 245KN/m/2%。若选用其他强度的三向格栅，需经论证后确定。

6.4.2.4 选用土工格栅石笼结构体作为护坡基础时，除依据本标准规定外，还要考虑沟道流量、流速、冲深等因素的影响，以确定是否需要设置护基。河道、沟道护坡土工格栅结构体最小尺寸表，详见表 6。若采用其他结构体尺寸，或有特殊要求，经论证后确定。

6.4.2.5 天然河道、排水沟道土工格栅网目和填充料选取，详见表 5。

6.4.2.6 天然河道、排水沟道治理中，土工格栅石笼规格为：长×宽×高=(2.0~4.0)m×(1.0~1.5)m×(1.0~1.5)m。

6.5 其他工程

6.5.1 渠道工程

6.5.1.1 范围与原则

- a) 在对高地下水位、边坡严重滑塌的渠道砌护比选中，应慎重选用土工格栅结构体；
- b) 在大中型渠道砌护中，若选用土工格栅石笼，其使用部位应是渠底以下的非暴露基础部位，参见图 7(a)；
- c) 土工格栅石笼基础应坐落在稳定的、非冻结的天然地基或人工地基上；
- d) 若渠道具有地下水位高、严重流沙的地基特征，并且人工排水困难时，格栅石笼基础砌筑前，应采用干茬石或格栅石笼对软基进行预处理，使地基达到稳定的状况，参见图 7(b)。

6.5.1.2 格栅选用

- a) 渠道衬砌基础可选用双向格栅或三向格栅。格栅网目和填充材料选取参见表 5 中“序号 3”。
- b) 渠道衬砌基础，埋深不小于 1.0m，多为分层砌筑的矩形。每层高 50cm，顶层宽 1.0m~1.2m，底层宽不大于 2.0m。若采用其他尺寸，或有特殊要求，经论证后确定。

6.5.2 地基、挡墙工程

6.5.2.1 改善地基条件

为了提高水利工程中软基上建筑物地基承载力、改善地基不均匀沉陷，应通过专项设计，选用合适的土工格栅作为地基持力垫层。一般情况下，采用拉伸强度不小于 30kN/m 的双向格栅，或伸长率 2% 时的拉伸模量为 245kN/m/2% (TX160) 的三向格栅。详见图 8。

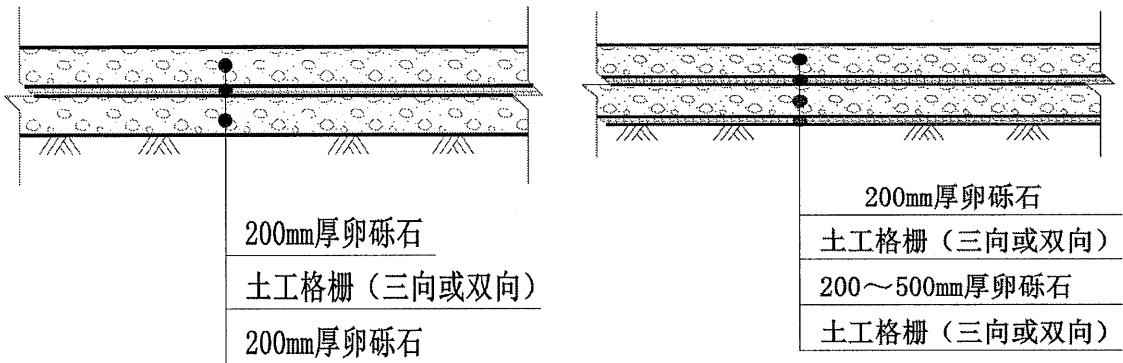


图8 改善地基示意图

6.5.2.2 增强石笼挡墙稳定性

为了增强土工格栅石笼挡土墙的稳定性，应通过专项设计，选用合适的土工格栅作为水平拉筋以稳固墙体。应采用高密度聚乙烯单向格栅，纵向拉伸强度80kN/m。

7 土工格栅施工

本标准根据土工格栅结构体特点和宁夏水利工程建设特点,从施工场地水环境条件、施工季节选定、土工格栅结构体制作、护坡基础的软基处理等四个关键环节,提出了土工格栅施工的具体要求与规定。

## 7.1 场地水环境条件

### 7.1.1 黄河治理工程

7.1.1.1 基础进占。宁夏黄河治理工程中,坝、垛基础的土工格栅土枕,或土工格栅石笼进占一般是在有水状态下的直接抛投施工,其进占强度、进占部位、漂距大小与水深、流速、土枕质量和抛枕技术,以及与混凝土四脚体、混抛块石的搭配等有关,需要有经验的施工技术人员现场控制、指导。

7.1.1.2 根石台和水上护坡砌筑。宁夏黄河治理工程中,坝、垛基础的根石台和水上护坡砌筑的土工格栅结构体一般是在河道工程施工设计水位以上进行,河水对施工影响不大。

### 7.1.2 天然河道、排水沟道治理工程

7.1.2.1 天然河道治理工程。清水河、苦水河,以及其他中小河流属季节性雨洪河流,常年基流很小,且河道开阔,施工导流便利,河道地表水环境对土工格栅石笼施工影响不大。对个别有高地下水位、不良地层岩性的软基段落,地下水环境对土工格栅石笼护坡基础、护基施工影响较大。

7.1.2.2 排水沟道治理工程。引黄灌区内以灌溉排水为主的沟道、湖泊景观水道,一年四季通水,尤其是灌溉期沟道水量、水深明显大于其他季节,而且沟道岸坡普遍滑塌严重、过水断面不大、施工导流困难。地表水、地下水环境对土工格栅石笼基础施工影响很大。

### 7.1.3 其他工程

7.1.3.1 渠道砌护工程。对于停水期施工的渠道砌护,当其需要采用土工格栅结构体砌护时,表明渠道边坡属高地下水位、不良地层岩性状况。地下水环境对土工格栅结构体施工影响较大。

7.1.3.2 改善地基状况工程。此类工程施工中,地表水、地下水环境对土工格栅垫层施工影响较小。

## 7.2 施工季节

### 7.2.1 黄河治理工程

黄河治理工程中的土工格栅结构体施工,一般难以避开河水影响。按照合理的施工组织要求,施工期应安排在非汛期进行,其中汛前施工更为有利。对于坝、垛抢险工程、应急工程等非常情况下,应采取有效措施,减轻或避免大流量、高水位对施工和工程造价造成的不利影响。

### 7.2.2 天然河道、排水沟道治理工程

7.2.2.1 根据天然河道治理工程的特点,一般情况下,土工格栅石笼施工受汛期影响不明显。按照合理的施工组织要求,施工期应尽可能安排在非汛期进行。对于应急工程、抢险工程等非常情况下,应采取有效措施,减轻或避免大流量、高水位对施工和工程造价造成的不利影响。

7.2.2.2 根据灌区排水沟道治理工程的特点,一般情况下,土工格栅石笼基础施工很难避开沟道水和高地下水位的不利影响。选择施工季节时应注意:

- a) 按照合理的施工组织要求,应充分利用宁夏寒冷地区季节性冻土的特点进行施工,工期应尽可能安排在11月至次年4月进行;
- b) 对严重不良的工程地质和水环境施工条件,基础水下施工应在2月底地基开冻之前完成,其中冻结深度为0.3m左右的季节更有利于施工。否则,应采取有效措施,减轻基槽开挖十分困难的不利影响;

- c) 在上述工期内，为防止沟道阴坡冻土层融化对土工格栅结构体的变形影响，沟道边坡施工时，阴坡工期一般要滞后阳坡施工 30d 天左右。

7.2.3 其他工程

灌区大中型渠道砌护基础，或水利建筑物软基处理中的土工格栅结构体施工，在渠道停水后，或按照建筑物正常施工工序即可。

7.3 土工格栅结构体制作

7.3.1 黄河治理工程

7.3.1.1 黄河治理工程中的土工格栅结构体制作，一般是在结构体抛投点或铺设部位附近的岸滩上进行，之后用装载机、推土机、挖掘机或其他设备将其搬运就位。

7.3.1.2 在抛投过程中应采取保护措施，避免造成土工格栅结构体的损伤。

7.3.1.3 单个土工格栅结构体沉放宜自下游向上游进行，以使上游结构体的下端压在下游结构体的上端，以减小水流对进占体的动力作用，达到结构体入水后衔接紧密的效果。

7.3.1.4 若水下土枕之间摩擦力较小，影响进占施工时，可在土枕外侧包裹土工格栅或其他材料，增强土枕之间的抗滑能力。

7.3.2 天然河道、排水沟道治理工程

7.3.2.1 天然河道治理工程中的土工格栅石笼制作，多数在护坡基础、护基工作面上进行，格栅石笼一般没有二次搬运就位工序。

7.3.2.2 排水沟道治理工程中的土工格栅石笼制作，要根据施工场地排水控制能力与条件，制定相适应的制作方案。

7.3.2.3 在有导流的条件下，应将工程段落的水导流至其他沟道或上下游，以减少来水量，降低作业面水位。

7.3.2.4 针对宁夏排水沟道工程中基础施工排水、基槽稳定实际状况，土工格栅石笼的施工分为干法施工和水下施工两种，其工序流程详见图 9 和 10。

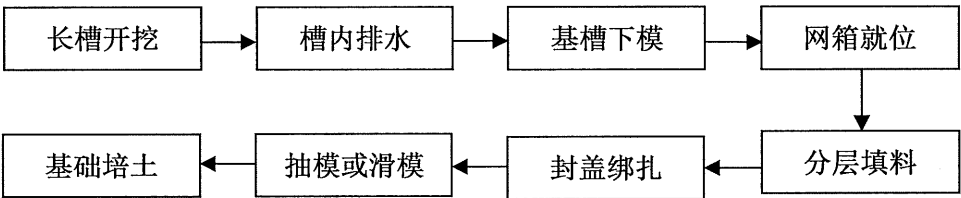


图9 土工格栅石笼基础干法施工工序流程图

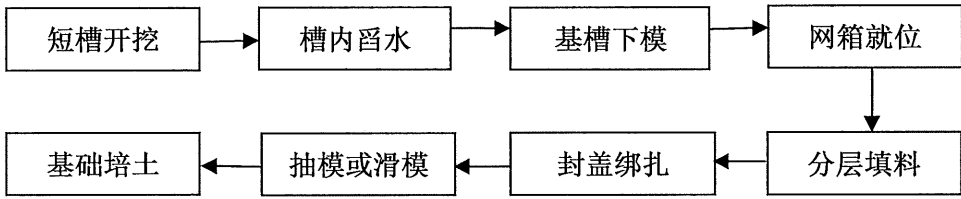


图10 土工格栅石笼基础水下施工工序流程图

7.3.2.5 基础干法施工

干法施工是指通过排水措施后，基槽内积水深度小于30cm，且基槽稳定，没有明显流土、流沙现象。此时基槽开挖一般采用“长槽”式，长度约为60m~100m。由此逐段推进。排水方法采用小型水泵。

7.3.2.6 基础水下施工

水下施工是指场地排水困难，基槽内积水深度大，且基槽稳定性差，存在明显的流土、流沙现象。该施工场地主要分布在宁夏引黄自流灌区排水沟道。此时基槽开挖一般采用“短槽”式，长度约为3m~5m。其工序为图10，由此逐段推进。具体做法如下：

- a) 基槽开挖，形成局部围堰。用挖掘机沿纵向预挖长 3m、宽 1.5m、深 1m 的基槽，形成局部围堰。基槽开挖弃土就近堆放于基槽临水侧，并进行适当拍压密室，减少外水漏入基槽。在开挖基槽时及时控制基础高程；
- b) 基槽舀水。基槽成型后，用挖掘机铲斗将已开挖的基槽内的积水快速舀出；
- c) 基槽下模。快速将事先准备好的钢制滑模起吊至已开挖好的基槽内，采取机械和人工相结合摆正滑模，再次确定高程；
- d) 模内网箱就位。将绑扎好的 2m×1m×1m（长×宽×高）的土工格栅网箱摆放至滑模内。为了保证网箱在填充石料时不变形，用直径 3cm 钢管横担于网箱上沿中间位置，将网箱两侧撑开；
- e) 网箱填料。用挖掘机向网箱内缓慢填充石料，待石料填满后封盖绑扎；
- f) 撤模培土。上述工序完成后，用挖掘机继续向前开挖，至基槽高程合格后，将滑模撤走至开挖的基槽内，将之前已制作好的网箱石笼两侧再用挖掘机培土压实。

钢制滑模详见图 11。

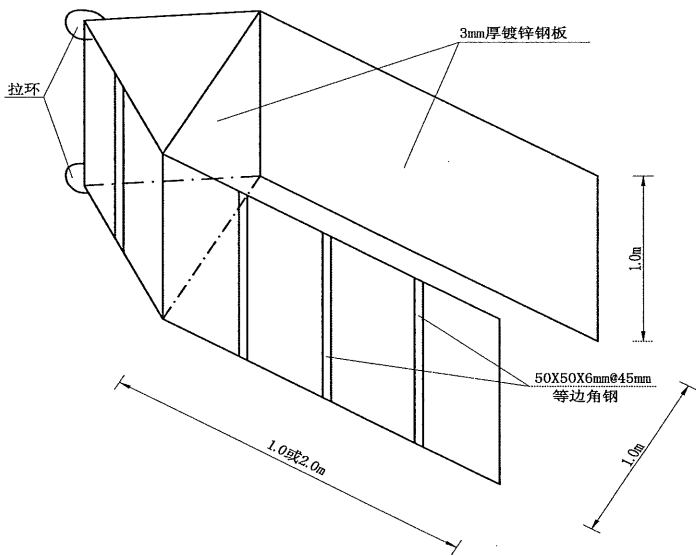


图11 钢制滑模图

7.3.3 网片剪裁、网箱绑扎

7.3.3.1 网片剪裁

目前常用的土工格栅整体网片宽度约4.0m，据此，网片剪裁除应满足网箱设计要求外，还应最大限度的利用好土工格栅整体网片，使施工定额内土工格栅合理摊销。常见的网片剪裁方案有二种：

- a) 多片剪裁。此种方式属“量身定做”，制作网箱的格栅剪裁片数多、边缝多、绑扎量大，但土工格栅整体网片利用率高，网箱外形平整；
- b) 少片剪裁。此种方式属“包裹填料”，制作网箱的格栅剪裁片数少、边缝少、绑扎量小，但土工格栅整体网片利用率低，网箱外形不平整、变形大。

7.3.3.2 网箱绑扎

- a) 绑扎间距。土工格栅网箱绑扎中，网片搭接长度不小于 10cm；一般要求绑扎绳采用“之”字节点绑扎，穿绳间隔为 2~3 个网目，间距不大于 15cm；绑扎绳接头绑扎成死扣，详见图 12；
- b) 低温影响。冬季施工中，低温环境下使僵硬的土工格栅对网箱绑扎以及变形控制有一定的影响。

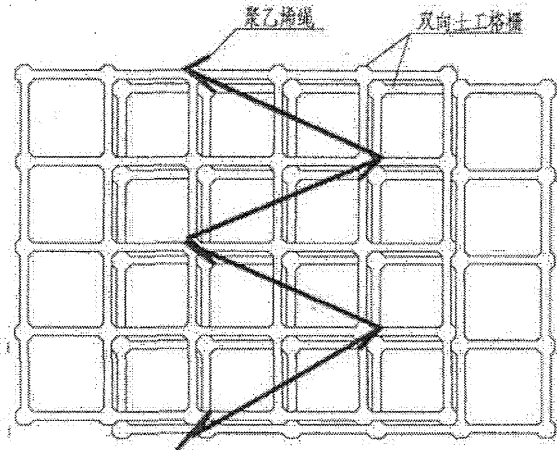


图12 土工格栅绑扎示意图

7.3.4 网箱填料

- 7.3.4.1 填料过程中，应分批、均匀向网箱内填料，避免对单个网箱一次性填满，特别是高度超过 50cm 的网箱。
- 7.3.4.2 填料过程中，不同粒径的填料应按照大石码边、小石填中、相互搭接、平稳均匀的方式完成，以提高网箱填充率。
- 7.3.4.3 填料过程中，应避免土工格栅网箱出现大于 15%的变形，同时避免土工格栅损伤。
- 7.3.4.4 填料过程中，需要机械与人工合理搭配，其中人工撑箱、装填、码放对土工格栅结构体质量更有保障。
- 7.3.4.5 对网箱平整度等外形有更高要求的，在填料过程中应采取控制变形的侧支撑措施。
- 7.3.4.6 填料完成后，土工格栅结构体应达到填石饱满、外形平整、封口结实、不漏石的状态。
- 7.3.4.7 对施工过程中遭受损坏的土工格栅，应及时修补。在破损部位外铺一层合格的土工格栅，其各边长度大于破损部位 15cm，并将两者绑扎处理。

7.3.5 网箱封盖

当单个网箱按照要求完成填料后，要即可将网盖与网箱边肋条、相邻（上、下，左、右）网箱之间的边肋条按要求相互绑扎在一起，绑扎间距不大于15cm。

7.4 软基处理

7.4.1 天然河道、排水沟道工程



天然河道、排水沟道治理工程的护坡基础施工中，其底部往往会遇到饱和含水状态下的流沙、流土，对此，应采用抛投土工格栅结构体，或格宾石笼，或散抛块石、卵砾石等措施，改善地基条件。一般情况下，软基处理厚度为0.5m，严重情况取1.0m，处理宽度宜为基础宽度的1.75~2.50倍。

#### 7.4.2 建筑物工程

农田水利工程中的水闸、涵洞、渡槽、堤防等建筑物基础施工过程中，为了改善场地施工条件，或提高地基承载力，可采用铺设一层土工格栅的垫层结构做法，即，软基表面铺设0.2m厚砂砾层→砂砾层上平铺一层格栅→格栅上铺设0.2m厚砂砾层。

若有特殊要求，经计算分析后，可采用铺设二层土工格栅的垫层结构。其结构参照图8。

#### 7.5 其他要求

7.5.1 不得采用吊装土工格栅石笼就位的方式施工。

7.5.2 不得在回填的冻土上施工土工格栅。

7.5.3 不得采取土工格栅基础培土后清淤沟道的施工方法。

### 8 质量控制与材料检测

#### 8.1 质量控制

##### 8.1.1 土工格栅材料

8.1.1.1 土工格栅进入施工场地后，应按有关规定取样检验、检测，在能够达到设计要求后，可应用于格栅工程相应部位。

8.1.1.2 土工格栅进入施工场地后，应按有关规定取样检验、检测，在能够达到设计要求后，可应用于格栅工程相应部位。

8.1.1.3 格栅材料、填充材料、绑扎绳、土枕布袋和土工布的质量应符合前述有关规定。

##### 8.1.2 土工格栅施工

8.1.2.1 检查施工期排水设计方案能否满足场地排水要求与土工格栅结构体施工要求。

8.1.2.2 检查格栅石笼地基是否稳定、密实，坡比和地基承载力是否符合设计要求。冬季施工期要检查坡面地基冻土是否已经解冻。

8.1.2.3 检验格栅石笼基槽的平面位置、尺寸、高程是否符合设计要求。

8.1.2.4 检查土工布反滤层的施工是否符合设计要求。

8.1.2.5 检查格栅土枕、石笼几何尺寸、施工工序，以及面层结构体平整度是否符合有关规定。

#### 8.2 材料检测

##### 8.2.1 检测项目

每批土工格栅都应经过国家或省级质量检验部门按国家和行业相关规定进行检测，并提供产品质量检验报告。检测项目包括网片的网目尺寸、拉伸强度、炭黑含量等。

8.2.1.1 网目尺寸符合本标准4.4的要求。

8.2.1.2 网片的拉伸强度符合本标准4.3的要求。

8.2.1.3 炭黑含量符合本标准5.8的要求。

### 8.2.2 检测频次

同厂别、同品种的土工格栅材料总用量在20万平方米~30万平方米（展开面积）的，每3万平方米检测一次；总用量在10万平方米~20万平方米的，每2万平方米检测一次；总用量小于10万平方米的，每1万平方米检测一次；不足1万平方米的，应进行检测。

## 9 标志、运输和贮存与质量证明书

### 9.1 标志

格栅每卷产品应附有合格证，并标明：产品名称、产品规格、产品标准、商标；生产企业名称、地址；生产日期、批号和每件数量；检验员章。

### 9.2 运输与装卸

格栅产品在装卸运输过程中，不得抛摔。运输宜有遮篷等防火、防日晒措施。

### 9.3 贮存

土工格栅、塑料编织袋、绑扎绳等产品存放应避免日光直接照射，并远离热源。产品自生产日期起，原则上现场存放时间不宜超过3个月。

### 9.4 质量证明书

内容包括产品对应的标准号、厂方名称或印记、需方名称、发货日期、合同编号、产品规格与数量、产品标准中所规定的各项检验结果、产品所用原材料技术指标、检验员签字、检验日期。

---